

PENGARUH PROPORSI SEPEDA MOTOR TERHADAP NILAI EKUIVALEN MOBIL PENUMPANG PADA RUAS JALAN LUAR KOTA

(THE INFLUENCE OF MOTORCYCLE PROPORTIONS AGAINST THE PASSENGER CAR EQUIVALENT ON OUTER URBAN ROADS)

Hafdiansyah¹⁾, Tri Basuki Yuwono²⁾, Hikmat Iskandar³⁾

^{1,2)} Universitas Katholik Parahyangan, ³⁾ Pusat Litbang Jalan dan Jembatan

^{1,2)} Jl. Merdeka No. 30 Bandung 40117, ³⁾ Jl. A.H Nasution No. 264 Bandung 40294

e-mail: ¹⁾edwardhafudiansyah@yahoo.com; ²⁾vftribas@unpar.ac.id; ³⁾iskandar_hikmat@yahoo.com

Diterima: 23 September 2016; direvisi: 28 November 2016; disetujui: 2 Desember 2016

ABSTRAK

Dominasi sepeda motor dalam arus lalu lintas di jalan-jalan di Indonesia memerlukan perhatian khusus dikarenakan berbagai parameter lalu lintas saat ini belum mempertimbangkan pengaruh perubahan proporsi sepeda motor. Nilai ekuivalensi merupakan salah satu faktor kunci dalam evaluasi kinerja lalu lintas yang perlu disesuaikan terkait dengan besarnya proporsi sepeda motor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan nilai ekuivalen mobil penumpang (EMP) untuk berbagai proporsi sepeda motor pada ruas jalan luar kota dengan asumsi sepeda motor sebagai hambatan dan menganalisis pengaruhnya. Metode perhitungan nilai EMP yang digunakan adalah metode waktu antara. Analisis menunjukkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara proporsi sepeda motor dengan nilai EMP kendaraan berat menengah. Analisis menunjukkan pula bahwa semakin besar proporsi sepeda motor, maka nilai EMP kendaraan berat menengah juga semakin meningkat. Nilai EMP yang diperoleh memiliki rentang antara 1,143 sampai 2,919.

Kata Kunci: proporsi sepeda motor, arus lalu lintas, EMP, waktu antara, jalan luar kota.

ABSTRACT

The dominance of motorcycles in traffic flow on roads in Indonesia requires special attention due to a fact that variety of traffic parameters has not considered the effect of changes in the proportion of motorcycles yet. Equivalent value is one of the key factors in the evaluation of traffic performance that needs to be adjusted as a consequence of the proportions of a motorcycle. The purpose of this study is to determine the value of a passenger car equivalent (pce) for different proportions of motorcycles and analyze its influence. The method of pce calculation employs the value of headway. Analysis shows that the greater the proportion of motorcycle, the higher the value of pce. The pce values obtained has a range in between 1.143 to 2.919.

Keywords: proportion of motorcycle, traffic flow, pce, headway, outer urban.

PENDAHULUAN

Moda transportasi publik saat ini belum dapat memberikan layanan seperti yang diharapkan sehingga sebagian masyarakat lebih memilih sepeda motor untuk bertransportasi. Sepeda motor dikenal memiliki fleksibilitas dalam bermanuver dan lebih ekonomis menjadi alasan pemilihan moda tersebut. Perilaku pengguna motor yang tidak mengikuti aturan lalu lintas seperti bermanuver *zigzag*, berbagi ruang pada lajur yang sama, serta tingkat pertumbuhan sepeda motor yang sangat tinggi dipercaya mempengaruhi kinerja lalu lintas. Dominasi sepeda motor dalam arus lalu lintas di jalan-jalan di Indonesia memerlukan perhatian khusus dikarenakan berbagai parameter lalu lintas saat ini belum mempertimbangkan pengaruh perubahan proporsi sepeda motor. Hal tersebut diperkirakan akan berpengaruh terhadap nilai ekuivalensi mobil penumpang (emp) pada suatu ruas jalan yang memiliki proporsi pengendara sepeda motor yang berbeda-beda.

Jalan luar kota merupakan segmen jalan yang tanpa perkembangan secara menerus dan permanen pada sisi manapun atau hampir seluruh jalan (Indonesia 1997). Perkembangan jalan luar kota yang terdiri atas lalu lintas campuran tersebut dilalui oleh jenis kendaraan yang berbeda-beda, mulai dari kendaraan bermotor, kendaraan ringan, dan kendaraan berat. Jenis kendaraan yang berbeda tersebut mempunyai karakteristik yang berbeda-beda dalam proses analisis kapasitas. Dalam proses analisis digunakan konsep ekuivalensi mobil penumpang untuk mengatasi perbedaan jenis kendaraan terhadap ruang ketika melakukan gerakan-gerakan dalam lalu lintas (Juniarta et al. 2012).

EMP digunakan untuk mengkonversi satuan arus lalu lintas dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang per jam. Nilai EMP ditentukan dengan cara membandingkan besarnya pengaruh suatu jenis kendaraan terhadap mobil penumpang pada arus lalu lintas. Berbagai jenis kendaraan tersebut dikonversikan menjadi satu satuan arus lalu lintas, yaitu smp per jam dengan menganggap bahwa satu kendaraan selain jenis kendaraan penumpang diganti oleh satu kendaraan penumpang dikali dengan EMP (Iskandar 2010).

Untuk mengetahui perubahan dan perbedaan nilai EMP, maka perlu dilakukan penelitian pada berbagai jenis kendaraan, termasuk terhadap proporsi sepeda motor. Dengan memperhatikan alasan tersebut, maka studi ini dilakukan dengan tujuan:

- 1) Menentukan nilai EMP untuk berbagai proporsi sepeda motor pada ruas jalan luar kota dengan asumsi sepeda motor sebagai hambatan.
- 2) Menganalisis pengaruh proporsi sepeda motor terhadap nilai EMP.

KAJIAN PUSTAKA

Karakteristik perilaku pengendara sepeda motor

Sepeda motor disukai karena fleksibilitas, kelincahan untuk melintas dan menerobos daerah kemacetan, dapat bergerak secara individual atau berkelompok (*platoon*), memiliki percepatan yang lebih baik dibandingkan kendaraan lain, dan pergerakan sepeda motor memicu terjadinya konflik lalu lintas (Kuswahono 2011). Adapun perilaku khas dari pengendara sepeda motor adalah sebagai berikut (Kuswahono 2011):

- 1) Pergerakan *Zigzag* (menyilang); pola perilaku khas sepeda motor pada pergerakan lateral tercampur.
- 2) Penguasaan lajur pada saat bergerak di jalan raya.
- 3) Pengisian pada celah ruang kosong disaat antrian; dikarenakan ukuran sepeda motor yang memungkinkan untuk bergerak ke bagian depan antrian dengan mengisi celah kosong.

Studi di Hanoi menunjukkan bahwa sepeda motor mengurangi kecepatan kendaraan lain dan meningkatkan kerapatan lalu lintas karena ukuran dan perilaku pengendara sepeda motor yang mampu bermanuver *zigzag* dan bergerak ke bagian depan antrian (Minh, Matsumoto, and Sano 2005). Irawati (2011) menganalisis pengaruh sepeda motor terhadap nilai emp di persimpangan bersinyal dengan metode kapasitas, hasil analisa data menunjukkan bahwa pengaruh sepeda motor

memberikan kontribusi terhadap parameter kapasitas.

Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP)

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) (Indonesia 1997) mendefinisikan ekuivalen mobil penumpang sebagai faktor yang menunjukkan perbandingan berbagai tipe kendaraan dengan kendaraan ringan sehubungan dengan pengaruhnya terhadap kecepatan kendaraan ringan dalam arus lalu lintas. Iskandar (2010) mendefinisikan ekuivalen mobil penumpang sebagai unit untuk mengkonversikan satuan arus lalu lintas dari kendaraan/jam menjadi smp/jam. Ekuivalen mobil penumpang berfungsi untuk mengubah satuan arus lalu lintas campuran menjadi satuan arus lintas yang homogen satuan mobil penumpang (SMP).

MKJI menyarankan nilai EMP yang berbeda-beda untuk masing-masing jenis kendaraan, jenis jalan, dan volume jam perencanaan (kendaraan/jam) (Indonesia 1997). Nilai EMP berdasarkan MKJI untuk ruas jalan luar kota dua lajur dua arah tersaji dalam Tabel 2.

Tabel 2. EMP untuk jalan luar kota dua lajur dua arah (Indonesia 1997)

Tipe Alinyemen	Arus (kend/jam)	EMP						
		MHV	LB	LT	MC			
					Lebar Jalur (m)			
			<6	6-8	>8			
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4	
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6	
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5	
	≥ 1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4	
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3	
	650	2,4	2,5	5	1	0,8	0,5	
	1100	2	2	4	0,8	0,6	0,4	
	≥ 1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3	
Gunung	0	3,5	2,5	6	0,6	0,4	0,2	
	450	3	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4	
	900	2,5	2,5	5	0,7	0,5	0,3	
	≥ 1350	1,9	2,2	4	0,5	0,4	0,3	

Keterangan:

MHV: Medium Heavy Vehicle

LB: Large Bus

LT: Large Truck

MC: Motor Cycle

Nilai EMP digunakan dalam analisa kinerja jalan (Antoro 2006), penentuan kelas jalan pada perencanaan geometrik jalan dan

studi kelayakan jalan. Besarnya nilai EMP untuk ruas jalan berbeda dengan EMP untuk simpang. Bahkan, EMP pada ruas jalan memiliki perbedaan antara jalan luar kota dan jalan perkotaan. Hal ini dipengaruhi oleh lebar jalan, luas kota dan populasi kendaraan yang melintas di ruas jalan tersebut.

Penentuan nilai EMP

Metode waktu antara merupakan salah satu cara yang banyak digunakan untuk menentukan nilai EMP, yaitu dengan cara mencatat waktu antara kendaraan yang berurutan pada saat kendaraan tersebut melewati titik yang telah ditentukan (Salter 1980). Metode waktu antara ini cocok digunakan untuk persimpangan atau jalan-jalan antar kota yang arus lalu lintasnya mengikuti disiplin tinggi, yaitu berjalan pada satu lajur beriringan sehingga waktu antara kendaraan menjadi jelas (Iskandar 2010).

Pada simpang dengan pengatur lampu lalu lintas, waktu antara kendaraan diambil pada kendaraan yang ada pada antrian saat lampu merah. Pencatatan waktu antara dimulai pada saat lampu hijau ketika kendaraan dalam antrian tadi mulai berjalan. Sedangkan pada ruas jalan, waktu antara kendaraan dicatat dengan cara menghitung waktu antara kendaraan yang melintasi titik pengamatan yang telah ditentukan. Metode waktu antara untuk menghitung nilai EMP yang dikembangkan oleh Salter (1980) ditunjukkan dalam persamaan 1.

$$t_a + t_b = t_c + t_d \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

t_a = Nilai rata-rata waktu antara kendaraan ringan diikuti kendaraan ringan

t_b = Nilai rata-rata waktu antara kendaraan berat diikuti kendaraan berat

t_c = Nilai rata-rata waktu antara kendaraan ringan diikuti kendaraan berat

t_d = Nilai rata-rata waktu antara kendaraan berat diikuti kendaraan ringan

Keadaan seperti persamaan 1 sangat sulit diperoleh, karena setiap kendaraan mempunyai dimensi dan karakteristik yang berbeda. Selain itu perilaku pengemudi dalam menjalankan kendaraannya juga berbeda-beda, sehingga keadaan seperti persamaan 2 semakin sulit diperoleh. Oleh karena itu untuk memenuhi persamaan 1, maka harus dilakukan koreksi

terhadap nilai rata-rata waktu antara. Nilai faktor koreksi menurut Salter (1980) dapat dicari dengan persamaan 2.

$$k = \frac{n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d \cdot (t_a + t_b - t_c - t_d)}{n_b \cdot n_c \cdot n_d + n_a \cdot n_c \cdot n_d + n_a \cdot n_b \cdot n_d + n_a \cdot n_b \cdot n_c} \dots\dots(2)$$

Keterangan:

- n_a = Jumlah data waktu antara kendaraan ringan diikuti kendaraan ringan
- n_b = Jumlah data waktu antara kendaraan berat diikuti kendaraan berat
- n_c = Jumlah data waktu antara kendaraan ringan diikuti kendaraan berat
- n_d = Jumlah data waktu antara kendaraan berat diikuti kendaraan ringan

Setelah didapat nilai koreksi, selanjutnya nilai rata-rata waktu antara dikoreksi dengan persamaan 3.

$$t_{ak} = t_a - k/n_a \dots\dots\dots(3a)$$

$$t_{bk} = t_b - k/n_b \dots\dots\dots(3b)$$

$$t_{ck} = t_c - k/n_c \dots\dots\dots(3c)$$

$$t_{dk} = t_d - k/n_d \dots\dots\dots(3d)$$

Dengan menggunakan nilai rata-rata waktu antara yang dikoreksi, maka persamaan berubah menjadi persamaan 4.

$$t_{ak} + t_{bk} = t_{ck} + t_{dk} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

- t_{ak} = Nilai rata-rata waktu antara *LV-LV* terkoreksi
- t_{bk} = Nilai rata-rata waktu antara *HV-HV* terkoreksi
- t_{ck} = Nilai rata-rata waktu antara *LV-HV* terkoreksi
- t_{dk} = Nilai rata-rata waktu antara *HV-LV* terkoreksi
- LV* = *Light Vehicle*

Menurut Seguin, Crowley dan Zweig (1982), metode waktu antara merupakan rasio rata-rata waktu antara kendaraan jenis tertentu dibagi dengan rata-rata waktu antara mobil penumpang. Waktu antara dengan metode ini dihitung dari bumper belakang kendaraan di depan dengan bumper belakang kendaraan yang mengikutinya. Persamaan dengan metode ini dirumuskan pada Persamaan 5.

$$E_T = \frac{H_{ij}}{H_B} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

- H_{ij} = Rata-rata waktu antara kendaraan tipe *i* pada kondisi *j*
- H_B = Rata-rata waktu antara mobil penumpang

Krammas dan Crowley (1988) membandingkan metode kapasitas, metode kerapatan dan metode waktu antara untuk

mencari nilai EMP. Mereka menyimpulkan bahwa metode waktu antara paling tepat digunakan untuk mencari nilai EMP pada jalan bebas hambatan. Metode waktu antara yang digunakan untuk mencari nilai EMP pada jalan bebas hambatan dirumuskan pada Persamaan 6, sebagaimana digunakan oleh Prima (2014).

$$E_H = \frac{(1-P_H) \cdot (h_{aPH} + h_{aHP} - h_{aPP}) + P_H \cdot h_{aHH}}{h_{aPP}} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

- P_H = Proporsi kendaraan berat pada arus lalu lintas
- h_{aHH} = Rata-rata waktu antara kendaraan berat mengikuti kendaraan berat
- h_{aHP} = Rata-rata waktu antara kendaraan berat mengikuti mobil penumpang
- h_{aPH} = Rata-rata waktu antara mobil penumpang mengikuti kendaraan berat
- h_{aPP} = Rata-rata waktu antara mobil penumpang mengikuti mobil penumpang

Waktu antara

Waktu antara adalah selisih waktu kendaraan yang beriringan melewati suatu titik tertentu dalam satu lajur (Salter 1980). Waktu antara juga didefinisikan sebagai selang waktu kedatangan suatu kendaraan dengan kendaraan di belakangnya pada suatu potongan melintang jalan (Munawar 2004).

HIPOTESIS

Proporsi sepeda motor mempengaruhi nilai ekuivalensi mobil penumpang.

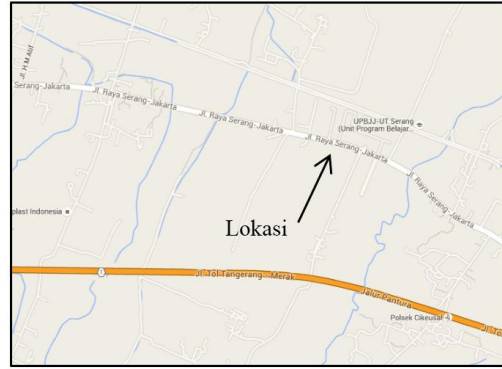
METODOLOGI

Pengumpulan data

Data yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari Puslitbang Jalan Jembatan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Data tersebut berupa data primer, yaitu rekaman video arus lalu lintas pada beberapa ruas jalan dengan karakteristik yang sama. Pada pengolahan video lalu lintas tersebut digunakan untuk memperoleh data yang diperlukan pada penelitian yaitu volume arus lalu lintas, jumlah setiap jenis kendaraan dan waktu antara kendaraan. Selain itu dilakukan pengumpulan data sekunder yaitu survei ke lapangan untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan keadaan ruas jalan tersebut, seperti lebar jalan, kondisi bahu jalan dan fungsi jalan.

Hasil dari survei yang dilakukan berupa rekaman video arus lalu lintas pada ruas jalan luar kota Cirebon-Kadipaten tanggal 5 September pada tahun 2010, ruas Padalarang – Bandung tanggal 29 Juli 2010, dan ruas Serang – Tangerang tanggal 26 Juli 2010 dengan durasi waktu selama 8 jam (07.00 – 15.00).

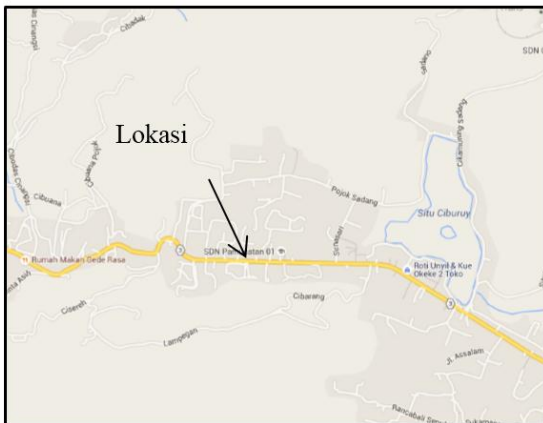
Ruas jalan pada lokasi penelitian terdiri atas dua lajur dua arah. Kedua arah pada ruas jalan tidak dipisahkan oleh median. Peta lokasi ruas jalan Cirebon - Kadipaten, Padalarang – Bandung dan Serang - Tangerang dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 3. Peta Ruas Jalan Serang - Tangerang (Google Map)



Gambar 1. Peta Ruas Jalan Cirebon – Kadipaten (Google Map)

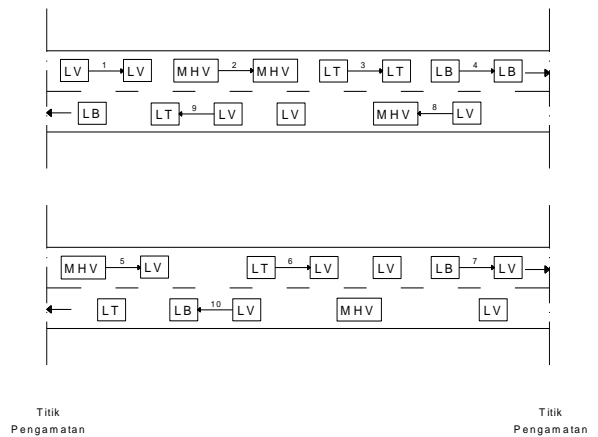


Gambar 2. Peta Ruas Jalan Padalarang - Bandung (Google Map)

Menentukan waktu antara

Waktu antara diperoleh dengan cara menghitung selisih waktu kedatangan antara satu kendaraan di depan dengan kendaraan lain yang mengikutinya pada satu lajur melewati titik pengamatan yang telah ditentukan.

Waktu antara yang diperoleh pada pengamatan ini adalah waktu antara pasangan menurut jenis kendaraan yang sudah dikombinasikan. Adapun untuk waktu antara pasangan menurut jenis kendaraan dapat dilihat pada Gambar 4.



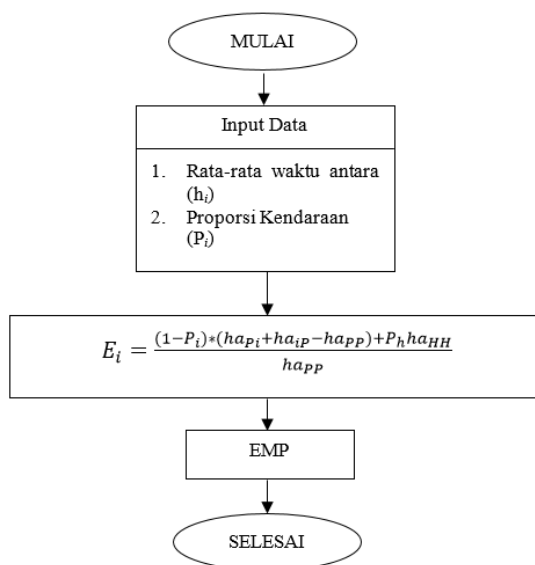
Gambar 4. Ilustrasi kombinasi waktu antara pasangan

Keterangan:

- 1 = Kendaraan ringan – kendaraan ringan (*LV-LV*)
- 2 = Kendaraan berat menengah – kendaraan berat menengah (*MHV-MHV*)
- 3 = Truk besar – truk besar (*LT-LT*)
- 4 = Bus besar – bus besar (*LB-LB*)
- 5 = Kendaraan berat menengah – kendaraan ringan (*MHV-LV*)
- 6 = Truk besar – Kendaraan ringan (*LT-LV*)
- 7 = Bus besar – Kendaraan ringan (*LB-LV*)
- 8 = Kendaraan ringan – kendaraan berat menengah (*LV-MHV*)
- 9 = Kendaraan ringan – Truk besar (*LV-LT*)
- 10 = Kendaraan ringan - Bus besar (*LV-LB*)

Metode perhitungan nilai EMP berdasarkan waktu antara

Metode yang digunakan untuk menghitung nilai EMP pada penelitian ini adalah metode waktu antara yang dikembangkan oleh Krammas dan Crowley (1988). Sebelum menghitung nilai EMP, ada beberapa tahap yang harus dilakukan. Proses perhitungan EMP dengan metode ini dapat dijelaskan pada Gambar 5.



Gambar 5. Proses perhitungan nilai EMP

Keterangan:

- I = Kendaraan jenis i (*MHV, LT, LB*)
 E_i = EMP kendaraan jenis i
 h_i = Rata-rata waktu antara jenis kendaraan i
 P_i = Proporsi Kendaraan jenis i
 $h_{a_{pi}}$ = Rata-rata waktu antara kendaraan jenis tertentu mengikuti kendaraan ringan

- $h_{a_{ip}}$ = Rata-rata waktu antara kendaraan ringan mengikuti kendaraan jenis tertentu
 $h_{a_{pp}}$ = Rata-rata waktu antara kendaraan ringan mengikuti kendaraan ringan
 $h_{a_{HH}}$ = Rata-rata waktu antara kendaraan jenis tertentu mengikuti kendaraan jenis tertentu

Analisis nilai EMP menggunakan metode waktu antara (headway) dilakukan dengan mengasumsikan bahwa sepeda motor sebagai hambatan.

HASIL DAN ANALISIS

Volume lalu lintas

Berdasarkan hasil survei tanggal 5 September 2010 diketahui bahwa total jumlah kendaraan yang lewat pada ruas jalan Cirebon - Kadipaten mencapai 10703 kendaraan. Adapun hasil survei tanggal 29 Juli 2010 menunjukkan total jumlah kendaraan yang lewat ruas jalan Padalarang - Bandung mencapai 19177 kendaraan, sedangkan hasil survei tanggal 26 Juli 2010 pada ruas Serang - Tangerang mencapai 21180 kendaraan. Kendaraan tersebut dapat dikelompokkan menjadi lima jenis kendaraan, yaitu kendaraan jenis kendaraan ringan (*LV*), kendaraan berat menengah (*MHV*), truk besar (*LT*), bus besar (*LB*) dan sepeda motor (*MC*).

Volume lalu lintas dicatat dari seluruh lokasi studi menggunakan bantuan program headway v.2. Pencatatan dilakukan dengan interval waktu pencatatan lima menit. Adapun untuk komposisi kendaraan tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa sepeda motor mendominasi volume kendaraan pada semua ruas. Hal ini menunjukkan bahwa pada ruas jalan luar kota sepeda motor masih menjadi pilihan moda transportasi dengan proporsi yang tinggi.

Tabel 3. Komposisi Kendaraan Selama Survei

Ruas Jalan		<i>LV</i>	<i>MHV</i>	<i>LT</i>	<i>LB</i>	<i>MC</i>	Total
Ruas 1	V	3885	860	123	158	5677	10703
	P	36,3	8,04	1,15	1,48	54,04	100
Ruas 2	V	6290	1423	237	299	10928	19177
	P	32,8	7,42	1,24	1,56	56,98	100
Ruas 3	V	4375	870	284	108	15543	21180
	P	20,66	4,11	1,34	0,51	73,39	100

Keterangan :

- Ruas 1 = Ruas Cirebon - Kadipaten
- Ruas 2 = Ruas Padalarang - Bandung
- Ruas 3 = Ruas Serang - Tangerang
- V = Volume (kend/8jam/2 arah)
- P = Proporsi (%)

Data waktu antara

Waktu antara pada penelitian ini dihitung untuk seluruh ruas, yaitu pada ruas Cirebon - Kadipaten, Padalarang - Bandung, dan Serang - Tangerang. Rata-rata dan deviasi standar dari waktu antara untuk seluruh ruas dapat dilihat pada Tabel 6.

Perhitungan ekuivalen mobil penumpang

Nilai ekuivalen mobil penumpang pada lokasi penelitian dihitung dengan metode waktu antara yang dikembangkan oleh Krammes dan Crowley (1988). Pada penelitian ini nilai ekuivalen mobil penumpang dihitung berdasarkan data waktu antara pasangan kendaraan yang tersedia.

Adapun data waktu antara yang diperlukan adalah rata-rata waktu antara jenis kendaraan tertentu (h_i), proporsi kendaraan jenis tertentu (P_i), rata-rata waktu antara kendaraan jenis tertentu mengikuti kendaraan ringan (h_{api}), rata-rata waktu antara kendaraan ringan mengikuti kendaraan jenis tertentu (h_{ap}), rata-rata waktu antara kendaraan ringan mengikuti kendaraan ringan (h_{app}), dan rata-rata waktu antara kendaraan jenis tertentu mengikuti kendaraan jenis tertentu (h_{ai}).

Tabel 6. Data waktu antara

Waktu Antara	Ruas Cirebon - Kadipaten		Ruas Padalarang - Bandung		Ruas Serang - Tangerang	
	h_1 (detik)	Sd_1 (detik)	h_2 (detik)	Sd_2 (detik)	h_3 (detik)	Sd_3 (detik)
LV-LT	7.93	4.10	5.67	3.50	4.62	1.28
LV-LB	5.15	4.24	5.14	3.62	2.91	0.63
LV-MHV	4.37	3.73	3.31	1.85	3.72	1.27
MHV-MHV	4.34	3.53	3.20	2.08	3.82	1.43
MHV-LV	3.65	3.72	2.85	1.65	3.80	1.32
LB-LB	3.00	0.56	5.41	1.16	1.00	0.14
LB-LV	2.98	2.02	3.82	2.57	2.45	0.61
LV-LV	2.90	1.63	2.45	0.71	2.15	0.49
LT-LV	1.96	1.14	2.34	1.34	2.22	0.89
LT-LT	1.33	0.25	3.15	0.64	3.86	0.51
Rata-rata	3.76	2.49	3.73	1.91	3.05	0.86
Max	7.93	4.24	5.67	3.62	4.62	1.43
Min	1.33	0.25	2.34	0.64	1.00	0.14
Max	7.93	4.24				
Min	1.00	0.14				

Berdasarkan hasil perhitungan EMP diketahui bahwa hanya ada satu jenis kendaraan yang memiliki data waktu antara yang memenuhi persamaan Krammes dan Crowley

yaitu untuk jenis kendaraan berat menengah (MHV). Untuk nilai EMP kendaraan bus besar dan truk besar tidak dihitung karena data untuk kendaraan tersebut sangatlah sedikit. Adapun hasil perhitungan nilai EMP MHV dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan nilai EMP

Waktu	Ruas Kadipaten - Cirebon		Ruas Bandung - Padalarang		Ruas Tangerang - Serang	
	%		%		%	
	MC	Emp	MC	Emp	MC	Emp
07.00 - 08.00	48.24	1.02	61.55	1.37	82.15	1.37
08.00 - 09.00	52.89	1.15	50.51	1.31	73.56	1.47
09.00 - 10.00	55.48	1.89	45.74	0.94	68.08	1.66
10.00 - 11.00	55.18	1.39	49.48	1.37	69.24	1.31
11.00 - 12.00	54.65	0.93	63.70	1.10	68.69	1.34
12.00 - 13.00	53.70	1.03	61.24	1.56	72.63	1.52
13.00 - 14.00	50.57	1.29	58.80	0.93	79.95	1.36
14.00 - 15.00	55.10	1.45	56.93	1.69	83.26	1.42
Rata-Rata	53.23	1.27	55.99	1.28	74.70	1.43

Tabel 7 menunjukkan nilai EMP MHV dan proporsi sepeda motor untuk setiap ruas. Nilai EMP untuk setiap ruas cenderung berbeda, tetapi masih memiliki irisan nilai EMP yang sama. Untuk mengetahui apakah nilai EMP pada setiap waktu penelitian dan ruas adalah berbeda secara signifikan atau tidak, maka dilakukan uji *Analysis of Variance* (ANOVA) dua arah dengan faktor waktu dan faktor ruas. Adapun hasil pengujian ANOVA disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Pengujian ANOVA berdasarkan ruas

Faktor	Two Way Anova				
	Sum of Square	df	Mean Square	F	p-value
Waktu	0.836	7.000	0.119	1.298	0.294
Ruas	0.262	2.000	0.131	1.425	0.260
Waktu*Ruas	1.825	14.000	0.130	1.417	0.219

Untuk mengetahui apakah nilai EMP pada setiap arah terdapat perbedaan yang signifikan atau tidak, maka nilai EMP berdasarkan arah dilakukan uji *Analysis of Variance* (ANOVA) satu arah. Adapun hasil pengujian ANOVA disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Pengujian ANOVA berdasarkan arah

Waktu Antara	Sum of Square	df	Mean Square	F	p-value
Between Group	0.156	1	0.156	1.446	0.235
Within Group	4.975	46	0.108		
Total	5.131	47			

Perhitungan nilai EMP juga dihitung berdasarkan interval waktu yang dianggap mempunyai volume maksimal (jam sibuk pagi dan jam sibuk siang). Berdasarkan metode survei lalu lintas, jam sibuk pagi dianggap terjadi pada jam 07.00-09.00 dan jam sibuk siang dianggap terjadi pada jam 12.00-14.00. Adapun untuk jam 09.00-12.00 dikategorikan waktu siang, dan pukul 14.00 – 15.00 dikategorikan waktu sore. Untuk mengetahui apakah nilai EMP pada setiap kategori waktu terdapat perbedaan yang signifikan atau tidak, maka dilakukan uji Analysis of Variance (ANOVA). Adapun hasil pengujian ANOVA disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Pengujian ANOVA berdasarkan kategori waktu

Waktu Antara	Sum of Square	df	Mean Square	F	p-value
Between Group	0.284	3	0.095	0.858	0.470
Within Group	4.847	44	0.110		
Total	5.131	47			

Hasil dari pengujian statistik menggunakan tingkat keterandalan 0,05 untuk nilai EMP berdasarkan perbedaan ruas, arah dan kategori waktu menunjukkan nilai ekuivalen mobil penumpang kendaraan berat menengah tidak berbeda secara signifikan. Hal ini berarti perbedaan ruas, arah dan kategori waktu tidak mempunyai perbedaan yang signifikan terhadap nilai EMP, sehingga data dari ketiga lokasi studi dapat digunakan secara bersamaan. Dalam proses analisis selanjutnya tidak ada pengelompokan kembali terhadap ketiga lokasi studi tersebut.

Analisis hubungan proporsi sepeda motor dengan nilai EMP

Analisis hubungan proporsi sepeda motor dengan nilai EMP *MHV* dilakukan untuk mengetahui besarnya pengaruh proporsi sepeda motor dengan nilai EMP pada kendaraan berat menengah. Setelah dilakukan penggambaran grafik hubungannya antara nilai EMP dan proporsi sepeda motor dengan data waktu antara perjam, diperoleh hasil bahwa analisis sulit dilakukan karena jumlah pengamatan yang sedikit. Untuk itu analisis dilakukan dalam beberapa tahap.

Tahapan analisis yang dilakukan pertama adalah mengubah data waktu antara menjadi

data per lima menitan dengan asumsi karakteristik lalu lintas pada durasi lima menitan adalah cukup stabil. Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai EMP berdasarkan data waktu antara lima menitan, dan dilanjutkan menggambarkan grafik hubungan proporsi sepeda motor dengan nilai EMP *MHV*. Analisis dilakukan setelah grafik hubungan diperoleh.

Hubungan antara proporsi sepeda motor dengan besarnya nilai EMP kendaraan berat menengah diperlukan untuk mengetahui model persamaannya. Berdasarkan data waktu antara per lima menit, didapat jumlah data proporsi sepeda motor dan nilai EMP sebanyak 232 data.

Data yang terkumpul dalam jumlah yang banyak perlu ditata dengan cara meringkas data tersebut ke dalam bentuk kelompok data, sehingga dengan mudah dianalisis sesuai dengan kebutuhan penelitian. Pengelompokan data tersebut dilakukan dengan cara mendistribusikan data dalam berbagai kelas. Berdasarkan metode Sturges, maka pembagian kelas proporsi sepeda motor dibagi menjadi 9 kelas dengan interval kelas 5,20. Hasil klasifikasi proporsi sepeda motor tersaji dalam Tabel 11.

Tabel 11. Hasil klasifikasi proporsi sepeda motor

Kelas	Rentang Proporsi % MC	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif	Frekuensi Relatif (%)
1	34,50 - 39,70	9	9	3,88
2	39,70 - 44,90	27	36	11,64
3	44,90 - 50,10	42	78	18,10
4	50,10 - 55,30	44	122	18,97
5	55,30 - 60,50	24	146	10,34
6	60,50 - 65,70	28	174	12,07
7	65,70 - 70,90	37	211	15,95
8	70,90 - 76,10	17	228	7,33
9	76,10 - 81,30	4	232	1,72
Total		232		100,00

Selanjutnya data dipilih menurut beberapa kelompok proporsi untuk mendapatkan perbandingan hasil perbandingannya. Hasil perbandingan kelompok proporsi sepeda motor digunakan sebagai analisis kecenderungan dari suatu kelompok proporsi sepeda motor. Nilai dari batas bawah diambil karena akan menghilangkan nilai proporsi sepeda motor yang tinggi. Nilai proporsi sepeda motor yang tinggi memiliki nilai waktu antara yang besar. Hasil pengelompokan data disajikan pada Tabel 12.

Berdasarkan hasil pengelompokan data, *plotting* proporsi sepeda motor dengan nilai EMP MHV dilakukan pada semua percobaan pengelompokan data. *Plotting* dilakukan untuk mempermudah mencari hubungan atau model antara proporsi sepeda motor dengan nilai EMP. Hasil *plotting* hubungan proporsi sepeda motor dengan nilai EMP untuk berbagai percobaan tersaji pada Gambar 7.

Tabel 12 menunjukkan hasil pengelompokan data dalam beberapa proporsi yaitu 100% data, 95% data, 90% data dan 85% data. Setiap percobaan memiliki rentang proporsi sepeda motor dan nilai tengah yang sama.

Gambar 6 menjelaskan hasil *plotting* proporsi sepeda motor dengan nilai EMP. Pada

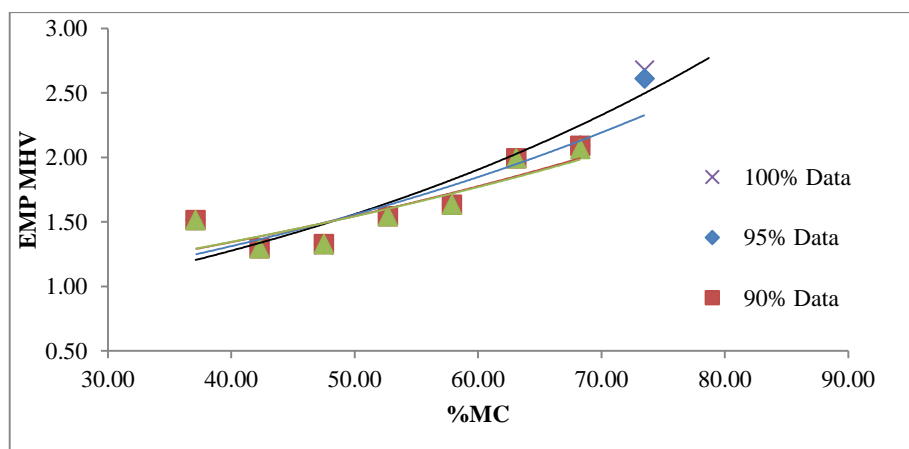
gambar terlihat bahwa semua percobaan pengelompokan data memiliki kurva yang berbeda. Semua percobaan memiliki kurva dengan pola hubungan eksponensial. Model eksponensial pada semua percobaan memiliki sebaran data berada pada sekitar kurva.

Terdapat perbedaan sebaran data terhadap model kurva yang dihasilkan. Perbedaan terjadi terhadap dispersi data dari model dengan data yang mewakili. Untuk mengetahui perbandingan parameter statistik pada model, dilakukan proses analisis data.

Analisis data dilanjutkan dengan melakukan uji ANOVA. Analisis dilakukan untuk mengetahui perbedaan rata-rata dari tiga kelompok atau lebih dengan membandingkan variansnya. Hasil analisis statistik tersaji dalam Tabel 13.

Tabel 12. Hasil pengelompokan data

Kelas	Rentang		Nilai Tengah	100%		95%		90%		85%	
	Proporsi	% MC		Frek.	EMP	Frek.	EMP	Frek.	EMP	Frek.	EMP
1	34,50	- 39,70	37,10	9	1,51	9	1,51	9	1,51	9	1,51
2	39,70	- 44,90	42,30	27	1,30	27	1,30	27	1,30	27	1,30
3	44,90	- 50,10	47,50	42	1,32	42	1,33	50	1,33	50	1,33
4	50,10	- 55,30	52,70	44	1,54	44	1,54	36	1,54	36	1,54
5	55,30	- 60,50	57,90	24	1,63	24	1,63	24	1,63	24	1,63
6	60,50	- 65,70	63,10	28	1,99	28	1,99	28	1,99	28	1,99
7	65,70	- 70,90	68,30	37	2,09	37	2,09	35	2,09	24	2,06
8	70,90	- 76,10	73,50	17	2,68	10	2,61	0	0,00	0	0,00
9	76,10	- 81,30	78,70	4	3,12	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Total				232		221		209		198	



Gambar 6. Hubungan proporsi sepeda motor dengan nilai EMP

Tabel 13. Hasil analisis statistika

Deskripsi Statistik		100% Data	95% Data	90% Data	85% Data
Anova					
<i>Sum of Square</i>	<i>Regression</i>	0,651	0,333	0,148	0,142
	<i>Residual</i>	0,108	0,078	0,055	0,054
	<i>Total</i>	0,759	0,411	0,203	0,197
<i>df</i>	<i>Regression</i>	1	1	1	1
	<i>Residual</i>	7	5	5	5
	<i>Total</i>	8	6	6	6
<i>Mean Square</i>	<i>Regression</i>	0,651	0,333	0,148	0,142
	<i>Residual</i>	0,015	0,013	0,011	0,011
F		42,116	25,728	13,373	13,131
Sig.		0,000	0,002	0,015	0,015
Model Summary					
R		0,926	0,900	0,853	0,851
<i>R Square</i>		0,857	0,811	0,811	0,724
<i>Adjusted R Square</i>		0,837	0,779	0,673	0,669
<i>Std. Error of the Estimate</i>		0,124	0,114	0,105	0,104
Coefficient					
<i>Unstandardized Coefficient (Beta)</i>	Persen_MC	0,020	0,017	0,014	0,014
	(constant)	0,573	0,661	0,768	0,777
<i>Unstandardized Coefficient (std.error)</i>	Persen_MC	0,003	0,003	0,004	0,004
	(constant)	0,105	0,126	0,158	0,158
<i>Standardized Coefficient (Beta)</i>		0,926	0,900	0,853	0,851
t	Persen_MC	6,490	5,072	3,657	3,624
	(constant)	5,452	5,237	5,237	4,919
Sig.	Persen_MC	0,000	0,002	0,015	0,015
	(constant)	0,001	0,002	0,005	0,004

Pengujian model dilakukan dengan tingkat keterandalan 0,05. Model persamaan dengan kecenderungan paling baik berdasarkan hasil analisis adalah kelompok proporsi 100% data. Adapun model persamaannya disajikan pada persamaan 7.

$$Y = 0,573e^{0,02x} \dots\dots\dots(7)$$

Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan pada empat model persamaan tersebut, diketahui bahwa semua model

persamaan secara signifikan memiliki hubungan antara proporsi sepeda motor dengan nilai EMP *MHV* sangat kuat. Dengan nilai koefisien determinasi yang tinggi, menjelaskan besarnya pengaruh proporsi sepeda motor dapat menjelaskan varian dari nilai EMP *MHV*.

Berdasarkan analisis, maka dapat disimpulkan bahwa model persamaan 7 digunakan sebagai hasil dari penelitian ini. Nilai EMP hasil persamaan terpilih disajikan dalam Tabel 14.

Tabel 14. Nilai EMP Hasil Penelitian

Kelas	Rentang Proporsi % MC		EMP	
1	34.50	- 39.70	1.143	- 1.269
2	39.70	- 44.90	1.269	- 1.408
3	44.90	- 50.10	1.408	- 1.563
4	50.10	- 55.30	1.563	- 1.734
5	55.30	- 60.50	1.734	- 1.925
6	60.50	- 65.70	1.925	- 2.136
7	65.70	- 70.90	2.136	- 2.370
8	70.90	- 76.10	2.370	- 2.630
9	76.10	- 81.30	2.630	- 2.919

Hasil perhitungan EMP terhadap rentang proporsi sepeda motor menunjukkan bahwa proporsi sepeda motor memberikan pengaruh terhadap perubahan nilai EMP pada ruas jalan luar kota. Peningkatan proporsi sepeda motor meningkat secara eksponensial. Dengan hasil tersebut hipotesis dalam penelitian ini diterima.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian data dan analisis yang dilakukan, model persamaan eksponensial adalah model terpilih. Persamaan eksponensial yang dihasilkan melalui beberapa percobaan pengelompokan data. Pengelompokan data dilakukan untuk mengetahui perbandingan hasil penelitian jika data yang digunakan sebanyak 85 %, 90 % dan 95 %. Proses pengelompokan data menggunakan bantuan nilai persentil.

Nilai EMP hasil penelitian hanya digunakan untuk kondisi jalan dengan nilai proporsi sepeda motor dari 34,5 % sampai 81,3 % dan rentang volume 482 – 1896 kend/jam. Pada kondisi proporsi sepeda motor 34,5 %, keberadaan sepeda motor berjalan saling beriringan. Pada saat proporsi sepeda motor dalam arus terus meningkat, terjadi pengaruh yang berbeda pada nilai EMP *MHV*. Pengaruh tersebut terjadi ketika proporsi sepeda motor terus meningkat. Kondisi peningkatan tersebut menunjukkan sepeda motor mulai mencari ruang pada lajur jalan luar kota yang memiliki lebar sekitar 3,50 m. Pada lajur jalan luar kota dapat diisi dua sampai tiga motor yang berjalan bersama pada satu lajur. Pada kondisi tersebut nilai EMP *MHV* akan terus meningkat naik secara eksponensial. Batasan nilai tersebut dijadikan batasan berdasarkan data hasil penelitian yang digunakan untuk melihat

pengaruh proporsi sepeda motor terhadap nilai EMP berdasarkan hasil penelitian.

Hubungan antara proporsi sepeda motor dengan nilai EMP *MHV* memiliki hubungan positif, semakin banyak proporsi sepeda motor maka nilai EMP *MHV* semakin besar. Peningkatan proporsi sepeda motor dalam arus akan meningkatkan juga nilai EMP *MHV* pada arus lalu lintas jalan luar kota. Peningkatan yang terjadi secara eksponensial

Proporsi sepeda motor rata-rata dari keseluruhan lokasi penelitian adalah 61,305%. Angka tersebut sangat jauh dari nilai proporsi sepeda motor yang dipakai pada MKJI 1997, yaitu sekitar 30%. Dengan semakin banyaknya proporsi sepeda motor pada suatu arus lalu lintas akan mengurangi proporsi kendaraan lain pada arus tersebut. Adapun untuk nilai EMP *MHV* dari hasil penelitian sebesar 1,956. Angka tersebut berbeda dengan nilai EMP *MHV* yang tertera pada MKJI 1997. Nilai EMP *MHV* untuk jalan luar kota dua lajur dua arah dengan volume kendaraan rata-rata terbesar sebanyak 1324 kend/jam sebesar 1,514. Hal ini menimbulkan kecenderungan penurunan kinerja lalu lintas berupa kapasitas dan kondisi derajat kejenuhan pada ruas tersebut. Adapun untuk kebijakan yang berlaku pada saat ini belum mengatur besarnya proporsi jumlah sepeda motor yang ada di ruas jalan khususnya pada ruas jalan luar kota.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa nilai EMP *MHV* untuk berbagai proporsi sepeda motor dapat dijelaskan oleh model persamaan eksponensial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proporsi sepeda motor berada pada rentang 34,5% sampai 81,3% dengan nilai EMP *MHV* antara 1,143 sampai 2,919. Peningkatan proporsi sepeda motor akan meningkatkan nilai EMP pada jenis *MHV*.

Saran

Dari kesimpulan diatas, disarankan agar rentang nilai dari *MHV* yang diperoleh digunakan untuk memutakhirkan nilai-nilai EMP *MHV* dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI).

Disarankan untuk melakukan studi lebih lanjut pada kondisi arus lalu lintas yang berbeda, misalnya pada kondisi jalan yang

memiliki variasi jenis dan jumlah kendaraan yang berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Bapak Urip Gunawan dan Bapak Dwi Prasetyanto disampaikan terima kasih atas masukan dan saran yang bermanfaat guna penyempurnaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Antoro, H.D. 2006. Analisis Hubungan Kecelakaan Dan V/C Rasio (Studi Kasus: Jalan Tol Jakarta-Cikampek). Tesis Magister. Universitas Diponegoro.
- Indonesia. Kementerian Pekerjaan Umum. Ditjen Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*. Jakarta: Ditjen Bina Marga.
- Irawati, I., dan Muldiyanto, A. 2013. "Analisa Pengaruh Sepeda Motor Terhadap Nilai EMP di Persimpangan Tlogosari Semarang". *Jurnal Pengembangan Rekayasa dan Teknologi*.
- Iskandar, H. 2010. *Cara pemutakhiran Nilai ekivalensi Mobil penumpang dan Kapasitas dasar ruas jalan luar kota (Updating of Car Equivalent and Basic Capacity for Inter urban Road)*. Bandung: Puslitbang Jalan dan Jembatan.
- Juniarta, I. Wayan, I. N. Negara, dan Wikrama A.A.N.A.J. 2012. "Penentuan Nilai Ekivalensi Mobil Penumpang Pada Ruas Jalan Perkotaan". *Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil*. 1(1).
- Krammas, R. and Crowley, K. 1988. "Passenger Car Equivalents for Trucks on Level Freeway. Segment". *Transportation Research Record*. 1194: 10-17.
- Kuswahono. 2011. "Analisa Faktor Sepeda Motor Terhadap Kapasitas Jalan di Perkotaan. Tesis Magister". Universitas Indonesia.
- Minh, C.C., Matsumoto, S., and Sano, K. 2005. "The Speed, Flow and Headway Analyses of Motorcycle Traffic". *The Eastern Asia Society for Transportation Studies*. 2005(6):1496-1508.
- Munawar, A. 2004. *Program Komputer Untuk analisis Lalu Lintas*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Prima, G.R. 2014. "Nilai Ekivalensi Mobil Penumpang Pada Ruas Jalan Tol Berdasarkan Data Waktu Antara". Tesis Magister. Universitas Katolik Parahyangan.
- Salter, R.J. 1980. *Highway Traffic Analysis and Design*. London: The Macmillan Press.
- Seguin, E., Crowley, K., dan Zweig, W. 1982. "Passenger Car Equivalents on Urban Freeway". Report DTFH61-80-C-00106. FHWA. US: Department of Transportation.